

**Electrical drive system for the positioning of rotating equipment**

Patent Number: US5610491  
Publication date: 1997-03-11  
Inventor(s): AGNE WERNER (DE); MARZ HEINRICH (DE); MEIS HARALD (DE); GOTZ FRITZ R (DE)  
Applicant(s): BAUMUELLER NUERNBERG GMBH (DE)  
Requested Patent: DE4322744  
Application Number: US19940307871 19940916  
Priority Number(s): US19940307871 19940916; DE19934322744 19930708; EP19940111516 19940723  
IPC Classification: B41F13/004; G05B11/32  
EC Classification: B41F13/004B, G01B7/30, H02P7/67  
Equivalents: EP0693374, B1

---

**Abstract**

---

An electrical drive system for angular positioning of one or several rotating and/or tilting machine components and equipment components, particularly of printing machines, including at least one electric motor having a rotor designed for rigid and direct coupling to the component, further including by one or several angle encoders for registering the angular motion of the rotor of the electric motor and/or the component, a signal processing module which receives the actual angle position signals from the angle encoder or encoders and which also receives the setpoint data for comparison with the actual data, and a power amplifier controlled by the signal processor and used for driving the electric motor.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

01P00248



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 43 22 744 C 2

⑳ Aktenzeichen: P 43 22 744.9-33  
㉒ Anmeldetag: 8. 7. 93  
㉔ Offenlegungstag: 19. 1. 95  
㉖ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 27. 8. 98

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**G 05 D 3/12**  
H 02 P 7/67  
G 01 B 21/22  
G 05 D 13/62  
G 01 B 7/30  
B 41 F 33/14  
B 41 F 13/004

DE 43 22 744 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Baumüller Nürnberg GmbH, 90482 Nürnberg, DE;  
Baumüller Anlagen-Systemtechnik GmbH & Co.,  
90482 Nürnberg, DE

⑦4 Vertreter:

Götz, Küchler & Dameron, 90402 Nürnberg

⑦2 Erfinder:

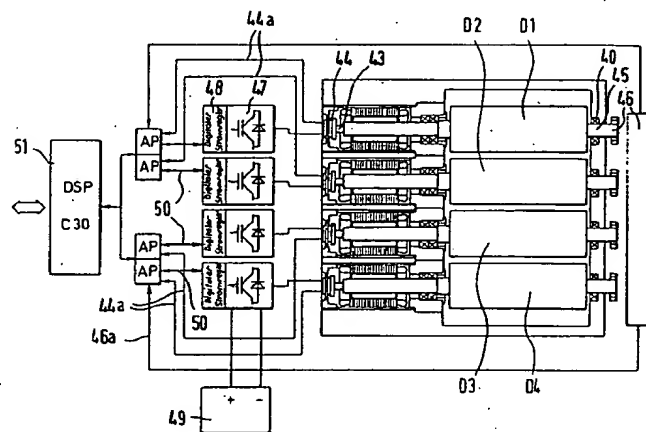
Agné, Werner, 90552 Röthenbach, DE; Götz, Fritz  
Rainer, 90522 Oberasbach, DE; März, Heinrich,  
90537 Feucht, DE; Meis, Harald, 90559 Burghann, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	32 28 507 C2
DE	41 38 479 A1
DE	37 07 866 A1
DE	33 42 662 A1
DE	33 18 250 A1
GB	21 49 149
US	45 29 325
US	37 53 016
EP	3 96 924 A2

⑤4 Elektrisches Antriebssystem und Positionierverfahren zur synchronen Verstellung mehrerer dreh- und/oder verschwenkbarer Funktionsteile in Geräten und Maschinen, Antriebsanordnung mit einem Winkellagegeber und Druckmaschine

⑤7 Elektrisches Antriebssystem zur synchronen Verstellung von mehreren dreh- und/oder verschwenkbaren Funktionsteilen (D1-D4) von Geräten und Maschinen, insbesondere von Druckmaschinen, in ihrer Winkellage  $\phi_{istI}$ ,  $\phi_{istII}$ , mit mehreren Elektromotoren (F, G), deren jeweiliger Rotor (F) zur steifen und direkten Verbindung mit dem Funktionsteil (D1-D4) ausgebildet ist, gekennzeichnet durch mehrere Winkellagegeber (44, 46), die Winkelbewegungen des jeweiligen Elektromotor-Rotors (F) und/oder Funktionsteiles (D1-D4) aufnehmen, ein Signalverarbeitungsmodul (51, AP), das eingangsseitig zur Aufnahme der Winkellagesignale ( $\phi_{istI}$ ,  $\phi_{istII}$ ) als Istwerte mit den Winkellagegebern (44, 46) verbunden ist und mehrere, je einem Funktionsteil (D1-D4; I, II) zugeordnete Regler oder Reihen mit, mehreren Regelgliedern aufweist, die zur simultanen Aufnahme von je einem Funktionsteil (D1-D4; I, II) zugeordneten Sollwerten ( $\phi_{soll}$ ) und zu deren Vergleich mit den Istwerten ausgebildet sind, und mehrere, vom Signalverarbeitungsmodul (51, AP) und/oder den jeweiligen Reglern kontrollierte Leistungsverstärker (47, 48), die ausgangssseitig mit dem jeweiligen Elektromotor (F, G) zu dessen Ansteuerung verbunden sind.



BEST AVAILABLE COPY

DE 43 22 744 C 2

Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem und ein entsprechendes Positionierverfahren zur synchronen Verstellung mehrerer dreh- und/oder verschwenkbarer Funktionsteile von Geräten und Maschinen, insbesondere von Druckmaschinen, in ihrer Winkellage, mit mehreren Elektromotoren, deren Rotor zur steifen und direkten Verbindung mit dem jeweiligen Funktionsteil ausgebildet ist. Ferner richtet sich die Erfindung auf die Anordnung eines mit einem geregelten Antriebssystem verbundenen Winkel-  
lagegebers, der einen dreh- oder schwenkbaren Fühlerrotor und ein diesem zugeordnetes, stationäres Abtastorgan aufweist, um die Winkellage eines an einer Wandung drehgelagerten und bezüglich seiner Drehachse längs-, schräg, quer- und/oder diagonal verstellbaren Funktionsteiles eines Gerätes oder einer Maschine zu bestimmen. Schließlich betrifft die Erfindung eine Druckmaschine, insbesondere Offsetmaschine, die mit Direktantrieben ausgestattet ist.

Antriebssysteme, Antriebsanordnungen bzw. -verfahren und Druckmaschinen etwa dieser Art sind aus der DE 41 38 479 A1 und der EP 567 120 A1 bekannt.

Nach dem sonstigen Stand der Technik sind die einzelnen Funktionseinheiten von Druckmaschinen, beispielsweise Abrollung/Rollenwechsler, Druckwerke, Druckzylinder, Trockner mit Kühlwalzen, Falzer, Querschneider, Ablage usw. durch mechanische Wellen und/oder Zahnräder miteinander verkoppelt, um eine definierte gegenseitige Winkellage herbeizuführen. Will man diese Funktionsteile bzw. -komponenten vereinzeln und auf die mechanische Verkopplung verzichten, so sind die einzelnen Funktionsteile mit eigenen Antriebssystemen auszurüsten, die nach der genannten DE 41 38 479 A1 als Direktantriebe ausgeführt sind. Zur Erzielung der notwendigen Winkellageorientierung der einzelnen Druckmaschinen-Komponenten untereinander ist eine entsprechende Synchronisation der Antriebssysteme erforderlich.

Um eine derartige Synchronisierung herbeizuführen, wird gemäß der DE 33 18 250 A1 vorgeschlagen, die den Hauptantriebsmotoren der einzelnen Walzen, Zylinder oder dergleichen einer Rollenrotationsdruckmaschine zugeordneten Drehzahlregelkreise mit einem gemeinsamen Frequenznormal als Drehzahl Sollwert zu beaufschlagen. Die einzelnen Regelkreise sind vorzugsweise mit analogen PID-Reglern ausgestattet. Unabhängig von Reglereinstellung, -präzision und -geschwindigkeit leidet eine derartige Anordnung an dem prinzipiellen Nachteil, daß oftmals aus unvorhersehbaren Gründen ein einzelnes Druckwerk einer derartigen Rollenrotationsdruckmaschine von dem vorgegebenen Drehzahl Sollwert abweicht, und sofern es der betreffenden Regelung nicht sofort gelingt, diese Differenz auszuregeln, kann ein Riß der Papierbahn nicht vermieden werden, da die übrigen Druckwerke stur mit ihrer vorgegebenen Drehzahl weiterlaufen.

Deshalb ist bereits in der GB 2 149 149 A der Versuch unternommen worden, sämtliche Regelkreise an einen übergeordneten Host-Rechner zu koppeln, der die Abweichung eines Druckwerks gegenüber dem vorgegebenen Sollwert den übrigen Regelkreisen der individuell angetriebenen Druckwerke einer Druckmaschine mitteilt, damit diese z. B. einem verlangsamten Druckwerk nachgesteuert werden können. Auch diese Maßnahme hat sich jedoch als unzulänglich erwiesen, da die Kommunikation zwischen den einzelnen Regelkreisen und dem Host-Rechner aufgrund vorgegebener Protokolle vergleichsweise langsam abläuft, und außerdem in dem Host-Rechner Vergleichsrechnungen o. ä. angestellt werden müssen, um unzulässige Abweichungen von den Referenzwerten zu erkennen. Wenn der Host-Rech-

ner derartige Abweichungen registriert und geänderte Sollwertvorgaben an die übrigen Antriebsregelschleifen weitergemeldet hat, kann infolge der hohen Geschwindigkeit moderner Rollenrotationsmaschinen bereits ein Riß in der Papierbahn aufgetreten sein, so daß eine derartige Verkopplung der Regelkreise für den beschriebenen Anwendungsfall als viel zu träge eingestuft werden muß.

Hier kann auch die Lehre der US 4,529,325 keine Verbesserung bringen, die darauf beschränkt ist, als Regler für einen Stellmotor eines Druckers einen Mikroprozessor zu verwenden, in welchem die Aufbereitung der Istwert-Signale, die Differenzbildung von Soll- und Istwert sowie die Ermittlung der Stellgröße anhand einer in einem Speicher abgelegten Tabelle erfolgt. Zwar kann eine derartige Reglerstruktur, wie in der US-Patentschrift erläutert, einen einzelnen Motor mit hoher Präzision steuern, die verzögerte Weiterleitung der Sollwerte von einem übergeordneten Rechner kann aber auch ein noch so schneller Mikroprozessor nicht mehr aufholen.

Aus diesen Nachteilen des bekannten Stands der Technik resultiert das die Erfindung initiiierende Problem, eine Möglichkeit zur synchronen Verstellung mehrerer dreh- und/oder verschwenkbarer Funktionsteile in Druckmaschinen zu schaffen, die den hohen Anforderungen derartiger Maschinen an die Regeldynamik gewachsen ist.

Zur Lösung der aufgezeigten Problematik werden bei einem elektrischen Antriebssystem mit den eingangs genannten Merkmalen erfindungsgemäß mehrere Winkellagegeber, die Winkelbewegungen des jeweiligen Elektromotor-Rotors und/oder Funktionsteiles der Maschine oder des Gerätes aufnehmen, ein Signalverarbeitungsmodul, das eingangsseitig zur Aufnahme der Winkellagesignale als Istwerte mit den Winkellagegebern verbunden ist und mehrere, je einem Funktionsteil zugeordnete Regler oder Reihen mit mehreren Regelgliedern aufweist, die zur simultanen Aufnahme von je einem Funktionsteil zugeordneten Sollwerten und zu deren Vergleich mit den Istwerten ausgebildet sind, und mehrere, vom Signalverarbeitungsmodul und/oder den jeweiligen Reglern kontrollierte Leistungsverstärker angeordnet, die ausgangsseitig mit dem jeweiligen Elektromotor zu dessen Ansteuerung verbunden sind.

Dabei bildet das Signalverarbeitungsmodul einen konfigurierbaren und parametrierbaren Antriebsregler, mit dem auch komplexe Regel-Algorithmen und/oder mehrere Regelkreise realisiert werden können. Mit der Erfindung ist ein Konzept für eine Vielfachsteuerung einer Mehrzahl von Drehachsen geschaffen, wobei sich das zugehörige Steuerungs- und Regelungssystem modular projektieren läßt. Beim besonderen Anwendungsfall in Druck-, insbesondere Offsetmaschinen, ist das erfindungsgemäße Antriebssystem besonders geeignet, weil damit eine hohe Qualität bzw. Genauigkeit der Winkellageorientierung, wie z. B. zwischen den Druckeinheiten, wo die Rasterpunkte verschiedener Farben in einem engen Toleranzbereich gedruckt werden müssen, erreichbar ist.

Nach einer vorteilhaften baulichen Konkretisierung des erfindungsgemäßen Antriebssystems ist der Rotor des Elektromotors mit dem Funktionsteil, z. B. dem Druckzylinder, baulich integriert und/oder einstückig ausgeführt. Einerseits kann dies durch Anbau des Rotors an einem Wellenstummel des drehbaren Funktionsteiles erfolgen. Zum anderen kann es vorteilhaft sein, den im erfindungsgemäßen Antriebssystem eingesetzten Elektromotor mit einem walzen- oder zylinderförmigen Außenläufer oder -rotor auszubilden. Damit ist erreicht, daß die Form des Rotors in etwa der zweckmäßigen rotationssymmetrischen Form des Funktionsteiles entspricht und insbesondere darin baulich aufgenommen sein kann.

Analog dem genannten Direktantrieb des Funktionsteiles liegt im Rahmen der Erfindung eine Direktmessung von dessen Winkellage, -geschwindigkeit, -beschleunigung usw. So ist nach einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung der Winkellagegeber direkt am Funktionsteil zur unmittelbaren Messung von dessen Winkel- bzw. Dreh/Schwenkbewegungen angebracht. Vor allem im Zusammenhang mit hochauflösenden, schnellen Winkellagegebern, wie an sich bekannt, kann so eine unmittelbare und mithin äußerst wirklichkeitsgetreue Beobachtung der Regelstrecke, nämlich des zu drehenden oder schwenkenden Funktionsteiles, durchgeführt werden.

Nach einer alternativen Ausbildung, ist dem Elektromotor ein einziger Winkellagegeber zugeordnet, der die Winkelbewegungen des Rotors des Elektromotors aufnimmt, gleichzeitig ist ein in der Regelungstechnik an sich bekanntes Beobachtermodul für Zustandsgrößen des Funktionsteiles eingerichtet, das vorzugsweise in Differenzsignalaufschaltung (in der Regelungstechnik an sich bekannt) mit dem Winkellagegeber und/oder dem Signalverarbeitungsmodul gekoppelt ist. Die Differenzsignalaufschaltung läßt sich auf der Basis der Erfindung auch im Zusammenhang mit wenigstens zwei Winkellagegebern einsetzen, die je am Rotor des Elektromotors und am Funktionsteil zur unmittelbaren Aufnahme von deren Winkelbewegungen angebracht sind.

Für die Zwecke der Erfindung kommen höchstauflösende, schnelle Winkellagegeber, beispielsweise in der Ausführung als Sinus/Kosinus-Absolutgeber, als Inkrementalgeber mit Rechtecksignalen und Nullimpulssignal und als Inkrementalgeber mit Sinus/Kosinus-Signal nebst Nullimpulssignal in Frage. Um im Betrieb axiale Verstellungen des Funktionsteiles, bei Druckmaschinen beispielsweise die sogenannte Seitenregistervorstellung, zuzulassen, sind als Winkellagegeber im Sinne der Erfindung vor allem Hohlwellengeber mit einer (Zahn-)Teilung aufweisendem Geberrad und einem Geberkopf geeignet. Diese sind über einen Luftspalt voneinander radial beabstandet, und axiale Versetzungen gegeneinander innerhalb eines bestimmten Rahmens beeinträchtigen die Abtastfunktion des Geberkopfes gegenüber dem Geberrad nicht. Der mit dem Einsatz des Hohlwellengebers erzielte Vorteil besteht vor allem darin, daß das Geberrad mit dem (abzutastenden) Funktionsteil baulich integriert und/oder einstückig ausgeführt sein kann, so daß aufgrund dieser Direktverbindung eine unmittelbare Beobachtung bzw. Erfassung von dessen Winkelbewegungen gewährleistet ist.

Mit Vorteil werden beim erfindungsgemäßen Antriebssystem reaktionsschnelle Leistungsverstärker mit digitalen Phasenstromreglern verwendet. Der Umrichter kann dabei mit Spannungszwischenkreis oder mit Direkteinspeisung und damit hoher Zwischenkreisspannung ausgeführt sein (wie an sich bekannt). Mit letzterer wird eine große zeitliche Stromänderung ermöglicht. Die digitale Phasenstromregelung ist für das erfindungsgemäße Antriebssystem zweckmäßig mit Pulsbreitenmodulation hoher Taktfrequenz, schnellen Transistorschaltern und Spannungsvorsteuerung ausgeführt, wobei die Phasenstromsollwerte und/oder die Vorsteuerwerte über störsichere Lichtwellenleiter-Verbindungen vorgegeben werden. Ferner ist eine Rückmeldung der Phasenstrom-Istwerte und/oder -spannungen zur Motorführung sowie eine Vorgabe von Werten zur Konfigurierung und Parametrierung nebst Rückmeldung von Statusinformationen zur Diagnose vorteilhaft.

Damit für die Kontrolle der Schwenk- oder Drehbewegungen des Funktionsteiles eine hohe Dynamik gewährleistet ist, empfiehlt sich für das erfindungsgemäße Antriebssystem der Einsatz schneller Signalverarbeitung. Diese ist

zweckmäßig strukturiert in einen digitalen Signalprozessor und damit gekoppelten, separat ausgeführten Achsperipheriemodulen. Der Signalprozessor ist als konfigurierbarer und parametrierbarer Antriebsregler mit realisierbaren Abtastzeiten um 100  $\mu$ sec. (auch bei komplexen Regel-Algorithmen und mehreren Regelkreisen) sowie bei Rechenlaufzeiten im Bereich von 50  $\mu$ sec. erhältlich. Die Funktionen des Signalprozessors können die Geberauswertung, die Motorführung, Drehzahlregelung, Winkellageregelung, Feininterpolation der Vorgabewerte und anderes umfassen. Das Achsperipheriemodul ist zweckmäßig mit einer über Lichtwellenleiter laufenden Schnittstelle zu den digitalen Phasenstromreglern und ferner mit einer Schnittstelle zu den Winkellagegebern vorzugsweise in der Ausführung als Sinus/Kosinus-Absolutgeber, als Inkrementalgeber mit Rechtecksignalen und Nullimpulssignal und als Inkrementalgeber mit Sinus/Kosinus-Signal mit Nullimpulssignalen versehen.

Durch diese Struktur für das erfindungsgemäß eingesetzte Signalverarbeitungsmodul läßt sich durch simultane Vorgabe der Sollwerte entsprechend dem Prinzip der Lagersteuerung ein winkellageorientierter Betrieb für die relevanten Drehmassen bzw. einzelne Funktionsteile eines Gerätes oder einer Maschine, insbesondere einer Druckmaschine, realisieren. Dabei können im Signalverarbeitungsmodul die Sollwerte unter Beachtung der Begrenzungen im Ruck, in der Beschleunigung und in der Geschwindigkeit generiert werden. Es läßt sich insbesondere eine Aufschaltung bzw. Vorsteuerung, der Winkellage-Geschwindigkeit, beschleunigung und des -rucks herbeiführen.

Reiben mehrere Funktionsteile bei ihrer Drehung aufeinander, stellen sie über Reibschlupf verkoppelte Drehmassen dar. Bei Druckmaschinen-Zylindern bezeichnet man aufeinanderreibende, blanke Mantelabschnitte, die wegen Druck aufeinanderliegen, als sogenannte Schmitz-Ringe. Dem Problem der über Reibschlupf verkoppelten Drehmassen wird durch eine besondere Ausbildung der Erfindung begegnet, nach der das Signalverarbeitungsmodul mehrere, je einem Funktionsteil zugeordnete Regler oder Reihen mit mehreren Regelgliedern aufweist, die miteinander über zusätzliche, gewichtete Rückführungen verkoppelt sind. Zweckmäßig ist eine Kreuzverkopplung realisiert.

Beim Anwendungsfall "Druckmaschinen" tritt bei den rotierenden Druckzylindern als Störgröße der an sich bekannte "Kanalschlag" auf, der, auf einer Längsrille im Zylinder zum Aufziehen eines Gummibands oder einer Druckplatte beruht. Die an der Manteloberfläche zu Tage tretende Rille führt zu einer sich ändernden Normalkraft und damit zu einem sich ändernden Drehmoment. Diesem Phänomen des "Kanalschlags" läßt sich im Rahmen des erfindungsgemäßen Antriebssystems zweckmäßig durch Bewertung der Istwerte mit Kennliniengliedern und Störgrößenaufschaltung begegnen.

Aus der eingangs erläuterten Problematik ergibt sich ferner das Erfordernis, eine Beobachterstruktur und -methodik zu schaffen, mit der eine möglichst verlustlose und naturgetreue Messung bzw. Wiedergabe des Dreh- und/oder Schwenkverhaltens von Funktionsteilen möglich ist. Hier kann ein herkömmlicher Winkellagegeber, wie er z. B. aus der DE 32 28 507 C2 bekannt ist, nicht verwendet werden. Der vorbekannte Winkellagegeber setzt sich aus zwei Baugruppen zusammen, von denen eine fest und unverdrehbar auf der Antriebsachse einer zu messenden Einrichtung befestigt ist und eine Teilscheibe trägt, zu deren elektrooptischer Abtastung eine lichtschrankenartige Abtasteinheit mit einer Lampe und einem dieser bezüglich der Teilscheibe gegenüberliegenden Fotoelement dient, wobei die Abtasteinheit an dem Gehäuse der betreffenden Antriebseinheit justiert und unverrückbar festgelegt ist. In Druckmaschinen finden

jedoch Registerverstellbewegungen größeren Umfanges statt, bei denen die Zylinderachsen gegenüber dem Gehäuse in erheblichem Umfang verlagert werden. Hieraus resultiert die weitere Problematik, einen Winkellagegeber derart auszubilden, daß er auch umfangreiche Verstellbewegungen des betreffenden Druckzylinders toleriert und in jeder Zwischenstellung desselben präzise Meßergebnisse zu liefern imstande ist.

Zur Lösung wird bei einer Anordnung eines Winkellagegebers mit den gattungsgemäßen Merkmalen vorgeschlagen, daß vom Winkellagegeber dessen Fühlerrotor mit dem Funktionsteil unmittelbar steif und starr verbunden und das Abtastorgan an der Wandung abgestützt sind, wobei eine auf das Abtastorgan einwirkende Nachführeinrichtung dergestalt ausgebildet und angeordnet ist, daß es die Verstellbewegungen des Funktionsteiles mit dem Fühlerrotor entsprechend nachvollzieht. Damit können vorteilhaft Funktionsteil-Verstellbewegungen größeren Umfanges, für die sich der Luftspalt zwischen dem Abtastorgan und dem Fühlerrotor nicht ausreichend bemessen läßt, ausgeglichen werden. Nach der Erfindung wirkt nämlich die Nachführeinrichtung so auf das Abtastorgan des Winkellagegebers ein, daß das Abtastorgan die Funktionsteil-(Drehmasse)-Fühlerrotor-Verstellbewegungen nachvollzieht, zumindest solange diese die Abmessungen des Luftspaltes zwischen Abtastorgan und Fühlerrotor überschreiten. Die Nachführeinrichtung kann mehrere Funktionskomponenten umfassen: Eine in Achsrichtung des Fühlerrotors gegebenenfalls einschließlich des Motors/Funktionsteils gerichtete Linearführung, um beim Anwendungsfall "Druckmaschinen" das Abtastorgan an Seitenregister-Verstellungen des Zylinders als Funktionsteil anzupassen; eine bezüglich der genannten Achse radial auslenkende Exzenterführung, um beim Anwendungsfall "Druckmaschinen" das Abtastorgan auf Anstellbewegungen oder Diagonalregister-Verstellungen des Druckzylinders einzustellen, die - wie an sich bekannt - mittels exzentrischer Auslenkung der Zylinder/Motor-Drehachse herbeigeführt werden. Dabei erscheint es notwendig, daß die Funktionsteil-/Fühlerrotor- und andererseits die Abtastorgan-Exzenterführungen einander entsprechend, insbesondere zueinander kongruent ausgebildet sind, um die Nachführung vor allem in Form sich deckender, exzentrischer Umlaufbahnen von Abtastorgan, und Funktionsteil/Fühlerrotor zu, gewährleisten. Die Genauigkeit der Nachführung läßt sich noch dadurch fördern, daß beide Exzenterführungen durch eine gemeinsame, lösbare, vorzugsweise mechanische Verbindungseinrichtung miteinander gekoppelt und/oder synchronisiert sind.

Um eine stationäre, steife Abstützung des Abtastorgans an dem Maschinenfundament, insbesondere an der Wandung einer Druckmaschine, zu erreichen, ist in weiterer Ausbildung der Erfindung eine Feststelleinrichtung vorgesehen, die mit der Nachführeinrichtung derart verbunden, insbesondere synchronisiert ist, daß sie nach Beendigung der aktiven Nachführung des Abtastorgans dieses relativ zur Wandung fixiert.

Zur axialen Linearverschiebung oder exzentrischen Auslenkung des Stators entsprechend den Funktionsteil/Fühlerrotor-Verstellbewegungen ist es zweckmäßig, eine oder mehrere, gesonderte Bewegungseinrichtungen vorzusehen: zum Beispiel einen an einer Exzenterbuchse, an die das Abtastorgan fixiert ist, angreifenden Drehantrieb oder einen Linearantrieb, der am axial verschiebbar gelagerten Abtastorgan angreift, um jeweils das Abtastorgan zur Beibehaltung eines ausreichenden Luftspaltes gegenüber dem Fühlerrotor nachzuführen. Diese Nachführbewegungen lassen sich in ihrer Genauigkeit noch weiter verbessern, indem die genannten Dreh- oder Linearantriebe, die jeweils dem Abtast-

organ einerseits und dem Drehmassen-/Fühlerrotor-Verbund andererseits zugeordnet sind, bei Registerverstellung oder Anstellbewegung (Einsatzfall: Druckmaschinen) miteinander gekoppelt und/oder synchronisiert sind.

Im Hinblick auf die eingangs dargestellte Problematik wird bei Druckmaschinen das der Erfindung zugrundeliegende Problem aufgeworfen, deren dreh- oder schwenkbare Funktionsteile zuverlässig beobachten und entsprechende Zustandsgrößen einem geregelten Antriebssystem zuführen zu können. Dabei sollen Verfälschungen des Meßergebnisses möglichst ausgeschlossen bzw. eine möglichst verlustlose Kopplung mit maximaler Kraftschlüssigkeit in Kraft- bzw. Drehmomentübertragungsrichtung zwischen an antreibenden Zylindern und dem Meßwertgeber sichergestellt sein. Zur Lösung wird bei einer gattungsgemäßen Druckmaschine erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Zylinder zur unmittelbaren Messung ihrer Winkelgrößen mit je einem Winkellagegeber direkt verbunden sind, der ausgangseitig an das Antriebssystem angeschlossen ist. Der Winkellagegeber bildet damit einen Direkt-Beobachter für das Funktionsteil im Rahmen einer Antriebs-Steuerungskette oder eines Antriebs-Regelkreises, der insbesondere die Umfangsregisterverstellung herbeiführt. Mit dieser Direktbeobachtung kann für jedes Funktionsteil, nämlich Zylinder- bzw. Druckwerkswalze, ein spielfreier, trägheitsarmer und mechanisch steifer Meßstrang bzw. eine Meßkette aufgebaut werden. Dies ergibt eine hohe Regelgenauigkeit und -dynamik, so daß sich exakte Bahnführung, konstante Bahnspannung und gleichbleibende Farbgebung über die so ermöglichte, hochpräzise Registersteuerung und Druckanstellung erreichen lassen. Die relevanten Drehmassen (beispielsweise Platten- und Gummituch-Zylinder in einem Druckwerk) werden erfindungsgemäß direkt, d. h. ohne dazwischen angeordnete Feder-, Dämpfungs-, Reibungsglieder usw., erfaßt, so daß unter Ausschluß von Elastizitäten, Nachgiebigkeiten und Spielen das Bewegungsverhalten des in der Druckmaschine zu beobachtenden Funktionsteiles originalgetreu im Regelungssystem weitergegeben werden kann. Dabei ist es zweckmäßig, auch das Abtastorgan des Winkellagegebers an einer stationären Wandung, beispielsweise der Druckmaschinenwand, elastizitäts- und spielfrei zu fixieren.

In Weiterführung dieses Gedankens ergibt sich die Notwendigkeit, daß der an einem Druckzylinder beispielsweise steif und dicht angesetzte Fühlerrotor zur Realisierung von Druck-An- und Druck-Ab-Bewegungen sowie Diagonalregister-Verstellungen exzentrisch auslenkbar ist. Dem wird mit einer vorteilhaften Ausbildung der Erfindung Rechnung getragen, wonach beim Winkellagegeber Fühlerrotor und Abtastorgan zueinander mit einem solchen Abstand angeordnet und/oder derart verstellbar ausgebildet sind, daß der von diesem begrenzte Luftspalt sich ausreichend verändern und dabei entsprechende, exzentrische Auslenkungen auffangen kann.

So können Stellbewegungen des steifen Drehmasse(Funktionsteil)/Fühlerrotor-Verbunds ausgeglichen werden, obgleich das Abtastorgan an der stationären Wandung ortsfest fixiert ist. Ein zwischen dem Abtastorgan und dem Fühlerrotor in der Regel vorhandener Luftspalt wird hierzu ausgenutzt. Diese Erfindungsausbildung läßt sich praktisch durch einen Hohlwellengeber realisieren, bei dem der das Gerad bildende Fühlerrotor dem Abtastorgan gegenüberliegend angeordnet ist, ohne mit letzterem über Lager oder dergleichen mechanisch verbunden zu sein.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile auf der Basis der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung. Diese zeigen in:

Fig. 1 das Schema eines erfindungsgemäßen Direkt-Antriebsystems,

Fig. 2 im teilweisen Längsschnitt einen mit einem zu drehenden Zylinder gekoppelten Direktantrieb,

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines Signalverarbeitungsmoduls des erfindungsgemäßen Direktantriebs,

Fig. 4 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen, modularen Antriebssystems zur Steuerung und Regelung einer Mehrzahl von Funktionsteile-Achsen,

Fig. 5 ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung des dynamischen Verhaltens eines Ausführungsbeispiels der Erfindung,

Fig. 6 im axialen bzw. Längsschnitt die Anbringung eines Hohlwellengebers am Direktantrieb bzw. der Wandung eines Druckwerkszylinders,

Fig. 7 eine dem Richtungspfeil VII in Fig. 6 entsprechende Stirnansicht, und

Fig. 8 eine dem Richtungspfeil VIII in Fig. 7 entsprechende Stirnansicht.

Gemäß Fig. 1 besteht das Druckwerk einer Rollenoffset-Maschine aus den vier Platten- bzw. Gummituchzylindern D1, D2, D3 und D4 (schematisch dargestellt), die über Lager 40 an der ortsfesten Wandung H (vgl. Fig. 6) der Maschine drehbar sind. Zu ihrer Drehung ist ihnen jeweils ein Elektromotor mit einem Rotorpaket F und einem Statorpaket G zugeordnet (siehe Fig. 2). Der Achsstummel 41 des Rotors F ist unmittelbar mit dem Achsstummel 42 des Zylinders D verbunden; mit anderen Worten, beide sind miteinander baulich so integriert, daß sie ineinander übergehen und dabei eine Antriebsverbindung bilden, die etwa so drehsteif wie eine einstückige Stahlwelle ist. Die an den, freien Stirnseiten der Elektromotoren F, G herausragenden Achsstummel 43 sind mit Sinus/Kosinus-Absolut-Winkellagegebern 44 versehen. Am entgegengesetzten Ende stehen Achsstummel 45 von den Zylindern D1-D4 vor, die ebenfalls je mit einem gleichartigen Absolut-Winkellagegeber 46 versehen sind. Die Elektromotoren F, G sind konstruktiv als Einbaumotoren ausgeführt. Sie können mit Drehstrom-Servomotoren in synchroner Bauart mit Permanentmagneten ausgeführt sein. Diese werden von einem Leistungsblock 47 jeweils mit digitalem Stromregler 48 angesteuert. Der Leistungsblock 47, wird von einer Zwischenkreis-Versorgung 49 aus mit elektrischer Energie versorgt. Die digitalen Stromregler 48 kommunizieren jeweils über störsichere Lichtwellenleiter 50 mit einem Achs-Peripheriemodul AP. Die Achs-Peripheriemodule weisen ferner jeweils Schnittstellen 44a, 46a einerseits für je einen der an den Elektromotoren F, G angebrachten Winkellagegeber 44 als auch für je einen der auf den entgegengesetzten Wellenenden bzw. Achsstummeln 45 an den freien Stirnseiten der Zylinder D1-D4 befindlichen Winkellagegeber 46 auf. Die Achs-Peripheriemodule AP werden von einem gemeinsamen, digitalen Signal-Prozessor 51 kontrolliert. Dieser ist als Antriebsregler für eine maximale Anzahl von Achsen mit Lagereger, Drehzahlregler, Motorführung und Geberauswertung konfigurierbar.

In Fig. 3 ist die Jeweilige interne Struktur des Signal-Prozessors 51 als auch der Achs-Peripheriemodule AP vergrößert dargestellt und mit dem Fachmann geläufigen Abkürzungen bezeichnet, so daß sich weitere Erläuterungen grundsätzlich erübrigen. Mit SCC ist ein sogenannter serieller Kommunikations-Steuerbaustein bezeichnet.

In Fig. 4 ist die Einbindung des erfindungsgemäßen Antriebssystems gemäß Fig. 1 bis 3 in ein globales Konzept für eine Vielfachsteuerung mit projektierbaren, modularen Steuerungs- und Regelungseinheiten veranschaulicht. Neben einem Leitreechner (z. B. IPC-486) sind Bausteine (z. B. CPU-68-3) zur speicherprogrammierbaren Steuerung und

zur Sollwertgenerierung vorgesehen. An diese sind die Signalprozessoren 51 über einen Systembus angekoppelt.

Das Blockschema gemäß Fig. 5 stellt ein beispielhaftes, erfindungsgemäßes Antriebssystem für zwei über Reibschlupf (Schmitz-Ringe) verkoppelte, lagegeregelte Achsen I, II dar. Aus einer Sollwert-Generierung (beispielsweise gemäß Fig. 4) werden jeder Achse I, II zu ihrer Lagesteuerung Winkellagesollwerte  $\phi_{\text{soll I}}$ ,  $\phi_{\text{soll II}}$  vorgegeben. Nach Vergleich mit dem über die Winkellagegeber 46 jeweils erhaltenen Istwerten  $\phi_{\text{ist I}}$ ,  $\phi_{\text{ist II}}$  wird die jeweilige Regeldifferenz einem Lagereger  $K_{VI}$ ,  $K_{VII}$  zugeführt. Dessen jeweiliger Ausgangswert wird einer Differenzbildung 52I, 52II mit dem differenzierten Winkellage-Istwert, d. h. der jeweiligen Ist-Winkelgeschwindigkeit  $\Omega_{\text{ist I}}$ ,  $\Omega_{\text{ist II}}$  der Achsen I, II unterworfen. Der daraus jeweils resultierende Differenzwert wird einem Drehzahlregler  $K_{PI}$ ,  $K_{PII}$  zugeführt, dessen jeweiliger Ausgang auf ein Summierglied 53I, 53II trifft. Jedem dieser Summierglieder 53I, 53II ist zur Bildung einer Störgrößenaufschaltung der Ausgang eines Kennliniengliedes  $f(\phi_I)$ ,  $f(\phi_{II})$  als Funktion der Winkellage  $\phi_I$ ,  $\phi_{II}$  zugeführt. Demgemäß ist jedes Kennlinienglied eingangsseitig mit dem Ausgang des entsprechenden Winkellagegebers 46I, 46II verbunden. Den Summiergliedern 53I, 53II sind ferner die jeweiligen Ausgänge proportionaler Rückführungsglieder  $K_{I, I}$ ,  $K_{II, I}$  zugeführt, welche kreuzweise in die Ist-Winkelgeschwindigkeit  $\Omega_{\text{ist II}}$  bzw.  $\Omega_{\text{ist I}}$  am jeweils entsprechenden Differenzierglied 54II, 54I abgreifen. Die Eingänge der Differenzierglieder 54I, 54II sind jeweils mit dem Ausgang der entsprechenden Winkellagegeber 46I bzw. 46II verbunden. Diese Kreuzverkopplung mittels der Proportionalglieder  $K_{I, II}$  bzw.  $K_{II, I}$  wirkt auf die beispielsweise über die Schmitz-Ringe verkoppelten Regelstrecken/Achsen I bzw. II entkoppelnd.

Die jeweiligen Ausgänge der Summierglieder 53I und 53II münden direkt in die jeweiligen Proportionalglieder  $K^{-1}_{SI}$ ,  $K^{-1}_{SII}$ , welche u. a. auf die Drehmassen der Achsen I, II umfassenden Funktionsteile bezogene Faktoren darstellen. Danach folgen Stromregelungskreise 55I, 55II, die die eingangsseitigen Stromsollwerte  $I_{\text{soll I}}$ ,  $I_{\text{soll II}}$  in Ist-Stromwerte  $I_{\text{ist I}}$ ,  $I_{\text{ist II}}$  umwandeln. Die Stromregelkreise 55I, 55II verhalten sich nach außen näherungsweise wie in der Regelungstechnik an sich bekannte  $PT_2$ -Glieder. Die jeweiligen Ist-Stromwerte  $I_{\text{ist I}}$ ,  $I_{\text{ist II}}$  werden Proportionalgliedern  $K_{TI}$ ,  $K_{TII}$  zugeführt, welche die Elektromotor-Konstante zur Umwandlung von Strom in ein Motor-Drehmoment  $M_{\text{Mot I}}$ ,  $M_{\text{Mot II}}$  darstellen. Nach Verknüpfung mit dem jeweiligen Proportionalglied  $I^{-1}_I$ ,  $I^{-1}_{II}$  entsprechend der jeweiligen Drehmasse der Achse I, II und unmittelbar nachfolgender Aufintegration der Winkelbeschleunigung  $\beta_I$ ,  $\beta_{II}$  mittels des Integrations-Gliedes 56I, 56II ergibt sich die Winkelgeschwindigkeit  $\Omega_I$ ,  $\Omega_{II}$ , mit denen die Drehmassen/Funktionsteile um ihre jeweiligen Drehachsen I, II rotieren. Nach Integration mit einem weiteren Integrations-Glied 57I, 57II läßt sich in Verbindung mit den jeweiligen Winkellagegebern 46I, 46II der Winkellage-Istwert  $\phi_{\text{ist I}}$ ,  $\phi_{\text{ist II}}$  ermitteln und den jeweiligen Vergleichern 58I, 58II am Eingang des Blockschaltbildes gemäß Fig. 5 zum Soll-Istwert-Vergleich zuführen.

Zu berücksichtigen ist noch, daß im Anwendungsfall bei Platten-/Gummizylindern eines Druckwerks einer Rollenoffset-Maschine (vgl. Fig. 1) die jeweiligen Zylinder D1, D2 bzw. D3, D4 mit Schlupf aufeinander reiben, woraus ein Störmoment resultiert. Dies ist in Fig. 5 im Ausgangsbereich des Blockschemas bzw. der Antriebsstruktur durch die paarweise übereinstimmenden und parallel liegenden Proportionalglieder  $R_I$  (entsprechend dem Radius der die Achse I umfassenden Drehmasse) einerseits und  $R_{II}$  (entsprechend dem Radius der die Achse II umfassenden Drehmasse) an-



dererseits zum Ausdruck gebracht. Die jeweiligen Bahngeschwindigkeiten  $v_I$ ,  $v_{II}$  der beiden Drehmassen I, II errechnen sich nach je einem ersten bzw. äußeren der beiden Proportionalglieder-Paare  $R_I$  bzw.  $R_{II}$ , die die jeweiligen Winkelgeschwindigkeiten  $\Omega_I$ ,  $\Omega_{II}$  der beiden Drehmassen als Einganggröße haben. Die Bahngeschwindigkeiten  $v_I$ ,  $v_{II}$  werden im Rahmen einer Differenzbildung 70 voneinander subtrahiert. Der Schlupf  $s$  ergibt sich durch den Quotienten aus dieser Differenz und einer der beiden Umfangsbahngeschwindigkeiten  $v_I$ ,  $v_{II}$  der beiden durch das Dividierglied 59 verdeutlicht. Das diesem nachfolgende Kennlinienglied 60 repräsentiert die spezifische Reibungscharakteristik beim Aufeinanderrollen von Zylinder-Mantelflächen und ergibt als Funktionswert den Reibungskoeffizienten  $\mu_R$ . Wird diese mit der Normalkraft  $F_N$  entsprechend dem Anpressdruck der Zylinder-aufeinander multipliziert, ergibt sich die störende Reibungskraft in Zylinder-Tangential- bzw. Umfangsrichtung. Diese multipliziert mit dem jeweiligem zweiten bzw. inneren Radius-Proportionalglied  $R_I$  bzw.  $R_{II}$  jedes Parallel-Proportionalgliedpaares ergibt den Drehmomenteinfluß, der jedem vom zugeordneten Antriebsmotor erzeugten Drehmoment  $M_{MotI}$  bzw.  $M_{MotII}$  aufgrund der Schlupfreibung entgegenstehend wie durch das jeder Achse I bzw. II zugeordnete Vergleichsglied 61I bzw. 61II veranschaulicht.

In den Fig. 6 bis 8 ist die Nachführung des Rotors F, Z und/oder des Stators N, G des Elektromotors für die Platten- oder Gummituchzylinder D1-D4 dargestellt, die u. a. mittels der Exzenterbuchsen A, B realisiert ist. Damit lassen sich für die Zylinder D1-D4 Verstellbewegungen in Längsrichtung U (Verstellung der Seitenregister), in Querrichtung R (Verstellung der Diagonalregister), Anstellbewegungen W usw. realisieren. Wegen der Einzelheiten der Zylinder-Lageeinstellung wird auf die eingangs genannten DE 41 38 479 A1 und EP 567 120 A1 verwiesen. Die dort zur Beschreibung der (dortigen) Fig. 7 bis 9 verwendeten Bezugszeichen sind in den vorliegenden Fig. 6 bis 8 sinngemäß verwendet.

Zusätzlich ist die Zylinderwelle E mit einem sich axial erstreckenden Ansatz 62 versehen, der vom Elektromotor G, F, N, Z koaxial vorspringt und am Stirnende der Antriebswelle starr und steif fixiert und/oder damit einstückig ausgeführt ist. Auf der Umfangsfläche des Ansatzes 62 ist ein Poloder Geberrad 63 eines Hohlwellengebers starr bzw. ortsfest fixiert. Dieses weist an seinem äußeren Rand radial vorspringende Zähne 64 auf, die in Umfangsrichtung gemäß einer bestimmten Teilung beabstandet aneinandergereiht sind. An der nach außen gewandten Stirnseite der den Stator G, N umfassenden Exzenterbuchse B ist ein parallel zur Drehachse vorspringender Befestigungsschaft 65 fixiert, der an seinem freien Ende den Geberkopf 66 des Hohlwellengebers trägt. Dieser ist mit einem bezüglich der Geberrad-Drehachse verlaufenden Abstand 67 zu den Zähnen 64 des Geberrads 63 angeordnet. Der Abstand 67 ist so bemessen, daß einerseits die Wirkverbindung zwischen dem Geberkopf und den Zähnen 64 auf dem Geberrad 63 zustandekommen kann und andererseits in bestimmtem Umfang Axialversetzungen zwischen dem Geberkopf 66 und dem Geberrad 63 möglich sind, ohne daß die Funktionsfähigkeit dieser Wirkverbindung beeinträchtigt wird. Außerdem sind das Geberrad 63 und/oder dessen Zähne 64 dazu ausreichend breit ausgeführt. Auch eine mittige Anordnung des Geberkopfs 66 gegenüber den Zähnen ist hierzu vorteilhaft.

Die Erfindung ist nicht auf dieses in Fig. 6 bis 8 dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt: So ist es denkbar, daß der Befestigungsschaft 65 direkt an der Wandung H der Druckmaschine fixiert ist, und/oder der vom Geberrad 63 umgebene Ansatz direkt an der Stirnseite eines der Zylinder D1-D4 angebracht ist, während der Elektromotor F, G bei-

spielsweise an der anderen Stirnseite eines der Zylinder D1-D4 angreift, wie in Fig. 1 angedeutet.

#### Patentansprüche

1. Elektrisches Antriebssystem zur synchronen Verstellung von mehreren dreh- und/oder verschwenkbaren Funktionsteilen (D1-D4) von Geräten und Maschinen, insbesondere von Druckmaschinen, in ihrer Winkellage  $\phi_{istI}$ ,  $\phi_{istII}$ , mit mehreren Elektromotoren (F, G), deren jeweiliger Rotor (F) zur steifen und direkten Verbindung mit dem Funktionsteil (D1-D4) ausgebildet ist, **gekennzeichnet durch** mehrere Winkellagegeber (44, 46), die Winkelbewegungen des jeweiligen Elektromotor-Rotors (F) und/oder Funktionsteiles (D1-D4) aufnehmen, ein Signalverarbeitungsmodul (51, AP), das eingangsseitig zur Aufnahme der Winkellagesignale ( $\phi_{istI}$ ,  $\phi_{istII}$ ) als Istwerte mit den Winkellagegebern (44, 46) verbunden ist und mehrere, je einem Funktionsteil (D1-D4; I, II) zugeordnete Regler oder Reihen mit mehreren Regelgliedern aufweist, die zur simultanen Aufnahme von je einem Funktionsteil (D1-D4; I, II) zugeordneten Sollwerten ( $\phi_{soll}$ ) und zu deren Vergleich mit den Istwerten ausgebildet sind, und mehrere, vom Signalverarbeitungsmodul (51, AP) und/oder den jeweiligen Reglern kontrollierte Leistungsverstärker (47, 48), die ausgangsseitig mit dem jeweiligen Elektromotor (F, G) zu dessen Ansteuerung verbunden sind.
2. Antriebssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren (F) mit dem zugeordneten Funktionsteil (D1-D4) baulich integriert und/oder einstückig ausgeführt sind.
3. Antriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Elektromotor (F, G) zum Anbau an einem Wellenstummel eines drehbaren Funktionsteiles (D1-D4) ausgebildet ist.
4. Antriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Elektromotor (F, G) mit einem walzen- oder zylinderförmigen Außenläufer oder-rotor gebildet ist, dessen Form der des Funktionsteiles entspricht.
5. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Elektromotor (F, G) ein einziger Winkellagegeber (46) zugeordnet ist, der am Funktionsteil (D1-D4) zur unmittelbaren Aufnahme von dessen Winkelbewegungen ( $\phi_{istI}$ ,  $\phi_{istII}$ ) angebracht ist.
6. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Elektromotor ein einziger Winkellagegeber (44) zugeordnet ist, der am Rotor (F) des Elektromotors (F, G) zur unmittelbaren Aufnahme von dessen Winkelbewegungen ( $\phi_{istI}$ ,  $\phi_{istII}$ ) angebracht ist, wobei das Signalverarbeitungsmodul (51, AP) und/oder der Winkellagegeber (44) mit einem Beobachtermodul für Zustandsgrößen des Funktionsteiles gekoppelt ist.
7. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Elektromotor (F, G) wenigstens zwei Winkellagegeber (44, 46) zugeordnet sind, die je am Rotor (F) des Elektromotors (F, G) und am Funktionsteil (D1-D4) zur unmittelbaren Aufnahme von deren Winkelbewegungen ( $\phi_{istI}$ ,  $\phi_{istII}$ ) angebracht sind, wobei die Signalausgänge (44a, 46a) dieser beiden Geber mit dem Signalverarbeitungsmodul (51, AP) gekoppelt sind.
8. Antriebssystem nach einem der vorangehenden An-



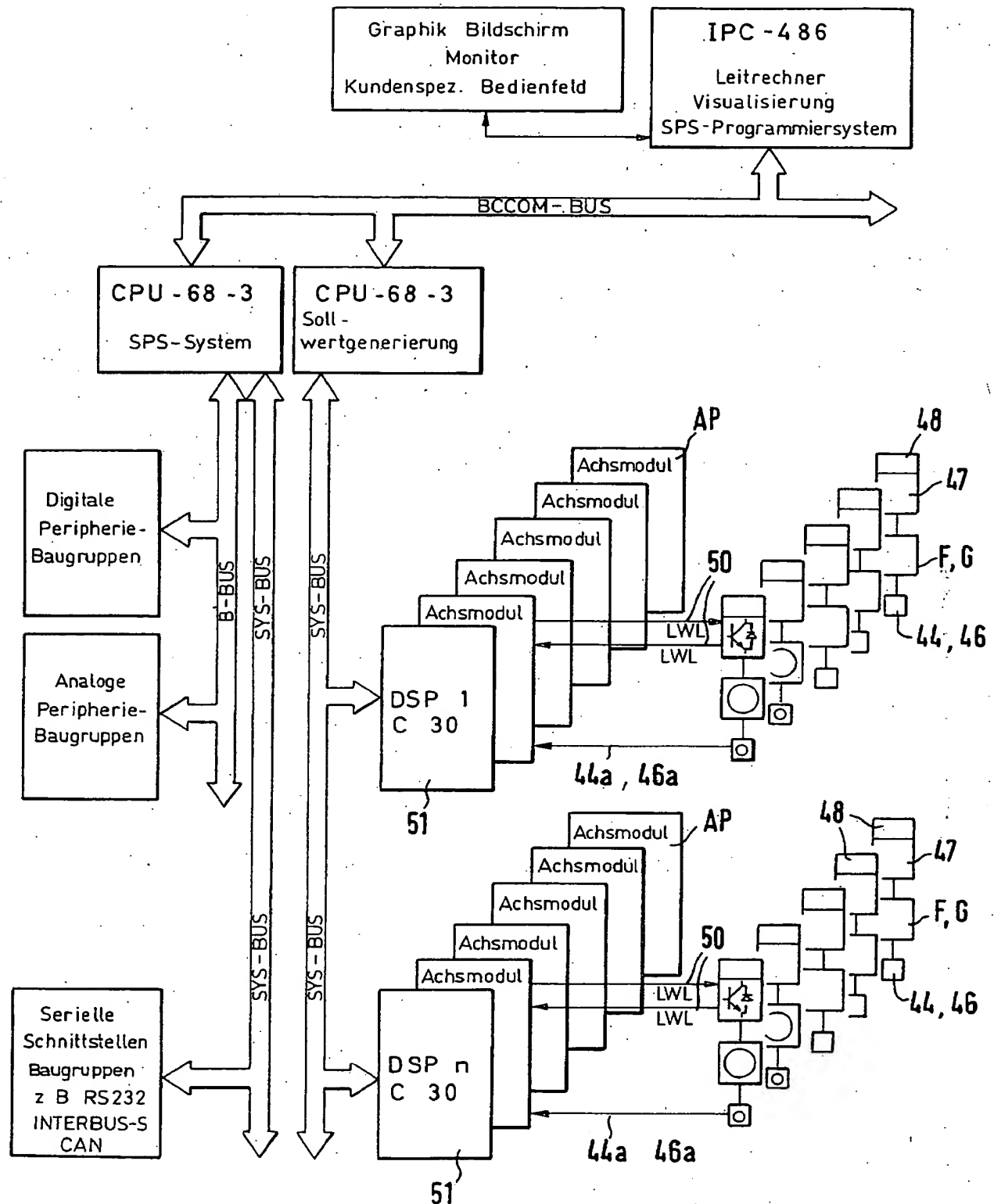
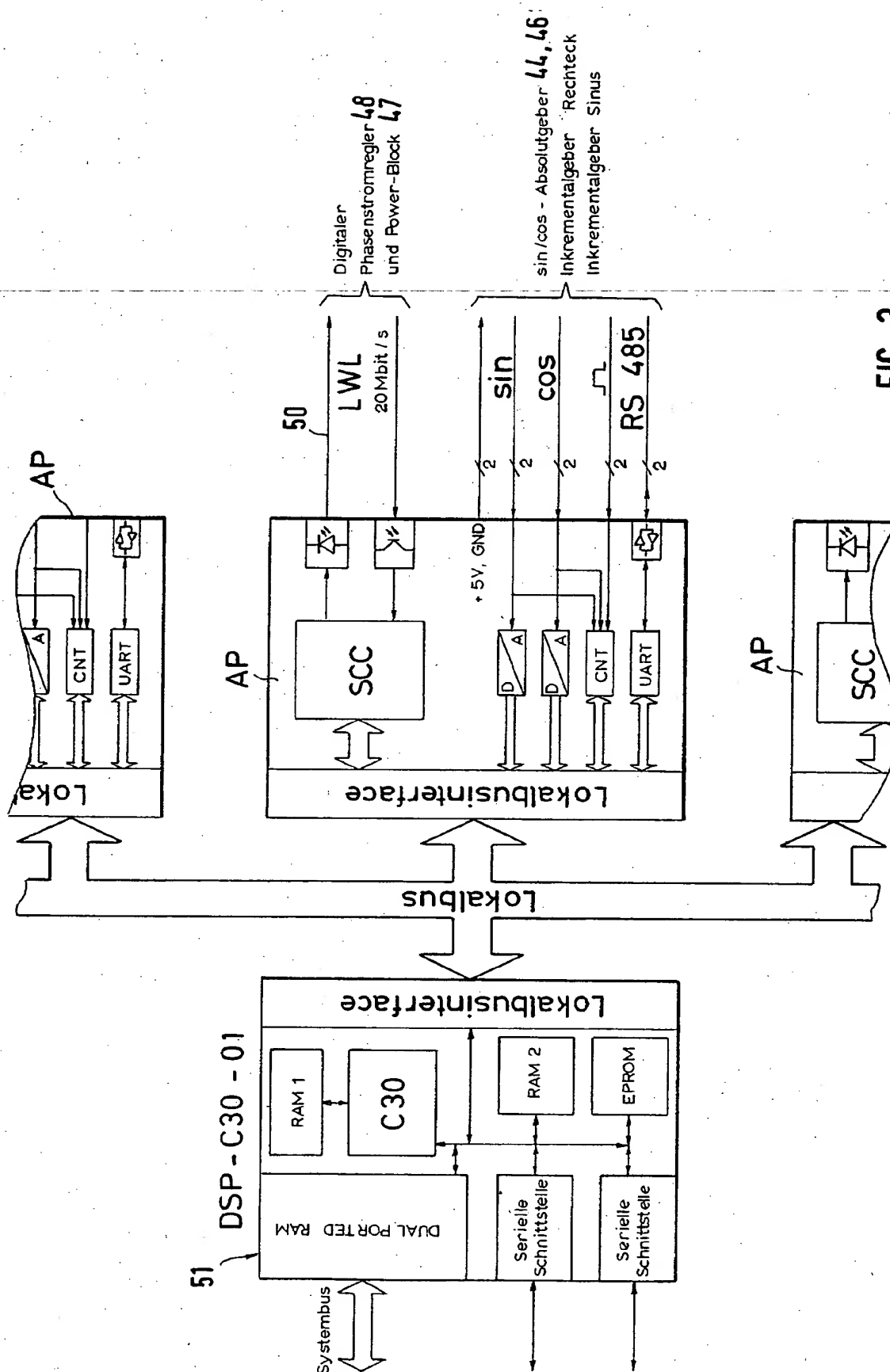
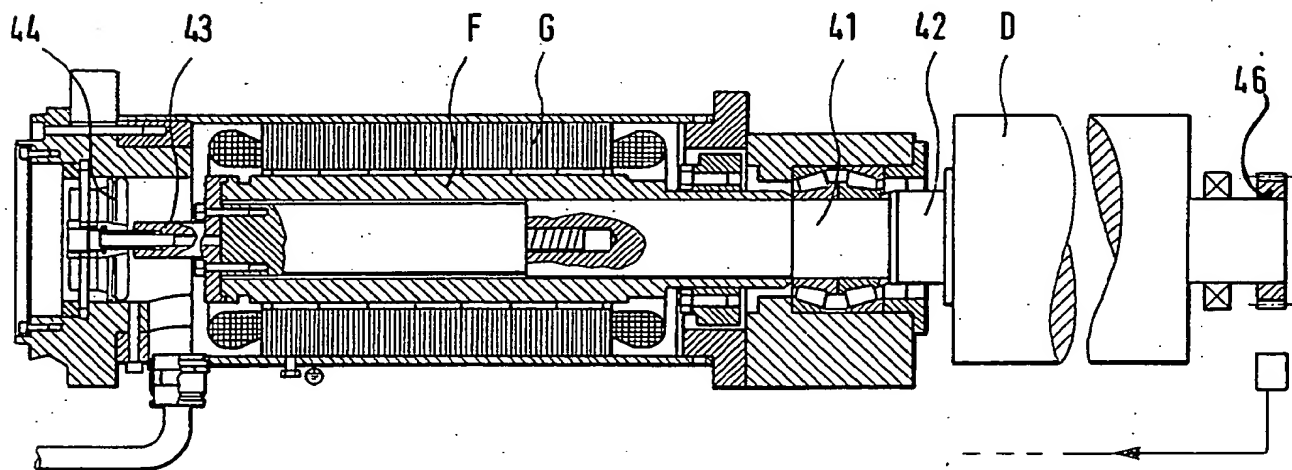
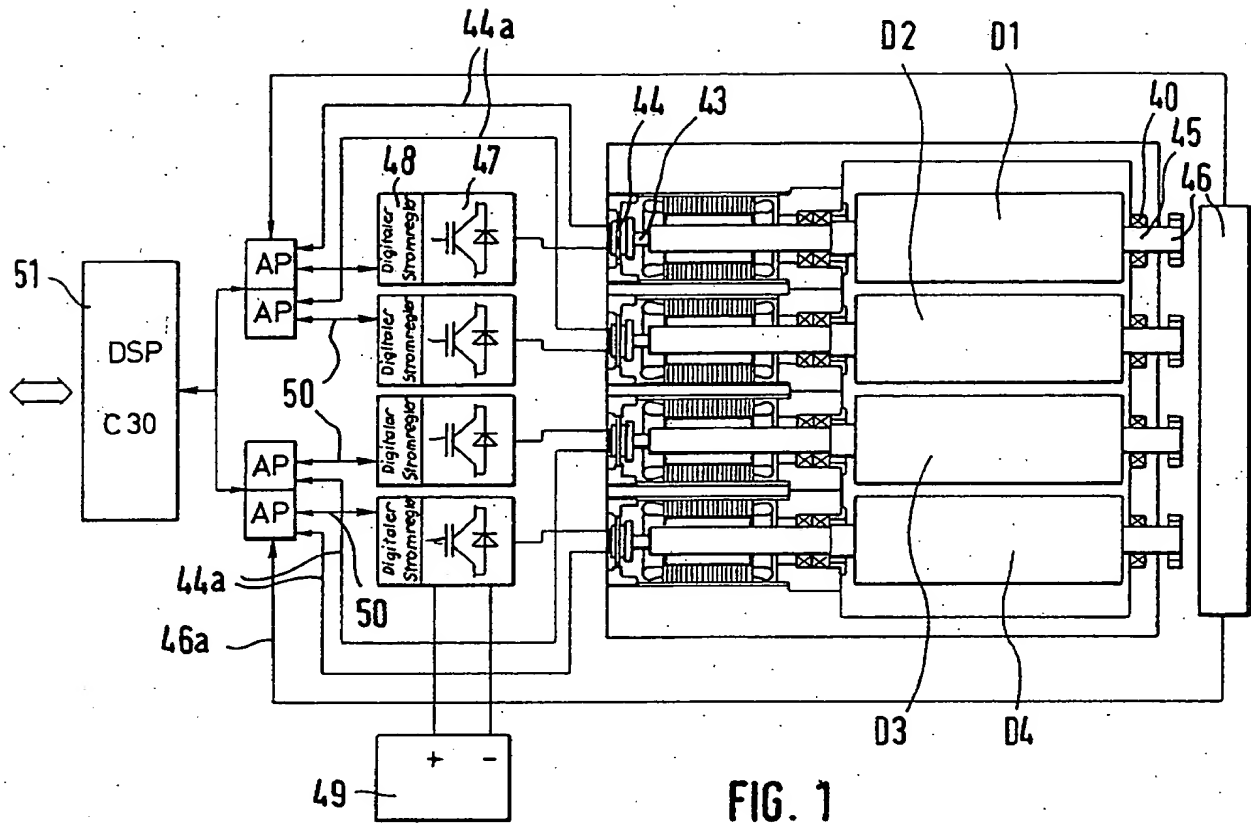


FIG. 4



**FIG. 3**



- Leerseite -

---

Funktionsteil/Fühlerrotor-Exzenterbuchse (A) zugeordnete Drehantriebe und/oder dem Abtastorgan (66) und dem Funktionsteil/Fühlerrotor-Verbund (D1-D4; 63) zugeordnete Linearantriebe, die miteinander gekoppelt und/oder synchronisiert sind.

29. Verfahren zum Positionieren eines in einem Gerät oder einer Maschine schwenk- und/oder drehbaren Funktionsteils (D1, D2, D3, D4) quer, schräg und/oder diagonal bezüglich seiner Drehachse (Y) mit der Anordnung nach einem der Ansprüche 17-28, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Verstellen (R, W) des Funktionsteils (D1-D4) die Arretierung (C) des Abtastorgans bezüglich der Wandung (H) gelöst (M), das Abtastorgan (66) der Verstellbahn (R, W) des steifen Fühlerrotor-Funktionsteil-Verbunds (D1-D4; F) nachgeführt und dann wieder arretiert (M) und/oder steif und starr an der Wandung (H) abgestützt wird.

30. Verfahren nach Anspruch 29 unter Verwendung der Anordnung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß während des Abtastorgan-Nachführvorgangs die Abtastorgan-Exzenterführung (B) und die Funktionsteil/Fühlerrotor-Exzenterführung (A) miteinander verbunden, gekoppelt und/oder synchronisiert (Q) werden.

31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Exzenterbuchsen (A, B) vordere Verbinden, Koppeln oder Synchronisieren (Q) zueinander kongruent und/oder zur Herbeiführung sich deckender Umlaufbahnen ausgerichtet werden.

32. Druckmaschine, insbesondere Offsetmaschine, mit mehreren für die Druckgebung zusammenwirkenden Zylindern (D1-D4) oder sonstigen Funktionsteilen, die schwenk-, dreh-, registerverstell- und/oder aneinander anstellbar (R, S, T, U, W) gelagert und mit einem Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 16 gekoppelt sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinder (D1-D4) zur unmittelbaren Messung ihrer Dreh- oder Winkelstellung ( $\phi_{istI}$ ,  $\phi_{istII}$ ) über ihre Antriebswelle (E) mit je einem Winkellagegeber (44, 46; 63, 66) direkt verbunden sind, deren ausgangsseitige Meßwerte dem Antriebssystem zugeführt sind.

33. Druckmaschine nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkellagegeber (44, 46; 63, 66) im Rahmen einer Antriebs-Steuerungskette oder eines Antriebs-Regelkreises für die Umfangsregisterverstellung als Meßglied für die Dreh- oder Winkelstellung (S, T) des Zylinders (D1, D2, D3, D4) ausgebildet ist.

34. Druckmaschine nach Anspruch 32 oder 33, mit einem oder mehreren Druckwerken (3a-3d), an deren jeweiliger Wandung (H) die Zylinder (D1-D4) oder sonstigen Funktionsteile stellbar (R, S, T, U, W) gelagert und geführt sind, dadurch gekennzeichnet, daß vom Winkellagegeber (63, 66) das Abtastorgan (66) an der Druckwerkswandung (H), und der Fühlerrotor (63) an der Antriebswelle (E) des Zylinders (D1, D2, D3, D4) oder Funktionsteiles unmittelbar und steif fixiert sind.

35. Druckmaschine nach einem der Ansprüche 32 bis 34 und mit einem elektrischen Antriebssystem nach Anspruch 1, wobei jeder Antriebsmotor (F, G) direkt mit der Antriebswelle (E) des Funktionsteiles (D1) verbunden, insbesondere am Wellenstummel angebaut und/oder innerhalb des Funktionsteiles eingebaut ist, dadurch gekennzeichnet, daß die sonstigen Funktionsteile (D2-D4) mit dem Antriebsmotor (F, G) mittelbar über Getriebe oder sonstige Übertragungsglieder gekoppelt sind.

36. Druckmaschine nach einem der Ansprüche 32 bis 35, gekennzeichnet durch eine bauliche Integration des

Druckzylinders (30; D1-D4) mit dem Fühlerrotor (63) eines Hohlwellengebers (63, 66).

37. Druckmaschine nach Anspruch 36, in der der Druckzylinder (30; D1-D4) zu seinem Drehantrieb mit einem axial vorspringenden Ansatz (62) versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Ansatz (62) einstückig und/oder baulich integriert mit dem Fühlerrotor (63) ausgebildet ist und/oder den Fühlerrotor (63) oder einen Teil davon bildet.

38. Druckmaschine nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß auf oder über dem Außenumfang des Ansatzes (62) beziehungsweise Fühlerrotors (63) des Druckzylinders (30; D1-D4) ein oder mehrere Zahnelemente (64) aus magnetischem oder magnetisierbarem Werkstoff angeordnet sind.

39. Druckmaschine nach Anspruch 37 oder 38, dadurch gekennzeichnet, daß der Ansatz (62) des Druckzylinders (30; D1-D4) von einer einen Teil des Fühlerrotors (63) bildenden Hülse umgeben ist, die gegebenenfalls auf ihrem Außenumfang das oder die Zahnelemente (64) und/oder den magnetischen Werkstoff trägt.

40. Druckmaschine nach einem der Ansprüche 37 bis 39, gekennzeichnet durch einen an seiner Stirnseite angebrachten Halterungsflansch, an dem der Ansatz beziehungsweise Fühlerrotor (63) gegebenenfalls lösbar befestigt sind.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkellagegeber (44, 46) als Sinus/Cosinus-Absolutgeber, Inkrementalgeber mit Rechtecksignalen und Nullimpulssignal, als Inkrementalgeber mit Sinus/Cosinus-Signal nebst Nullimpulssignal oder als Hohlwellengeber mit Geberkopf (66) und die Winkelteilung aufweisendem Geberrad (63) ausgeführt sind.

9. Antriebssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Geberrad (63) mit dem Funktionsteil (D1-D4) baulich integriert und/oder einstückig ausgeführt ist.

10. Antriebssystem nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Geberkopf (66) und das Geberrad (63) entsprechend der Dreh- oder Schwenkachse des Funktionsteiles (D1-D4) axial gegeneinander verschiebbar sind.

11. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Geberkopf (66) am oder gegenüber dem Stator (G) oder dessen Gehäuse im stationären Teil des Elektromotors (F, G), fixiert beziehungsweise abgestützt ist.

12. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsverstärker (47) mit Umrichter mit Spannungszwischenkreis (49) und/oder mit Direkt einspeisung ausgeführt sind.

13. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Leistungsverstärker (47) mit digitaler Phasenstromregelung (48) auf der Basis von Pulsbreitenmodulation hoher Taktfrequenz, schneller Transistorschalter, Spannungsvorsteuerung und/oder Vorgabe der Phasenstromsollwerte und/oder der Vorsteuerwerte über Lichtwellenleiter-Verbindungen (50) realisiert sind.

14. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Signalverarbeitungsmodul (51, AP) ein digitaler Signalprozessor (51) angeordnet ist, mit dem Funktionen zur Geberauswertung, Motorsteuerung, Drehzahlregelung, Winkellageregelung und/oder Feininterpolation der Soll- oder Vorgabewerte implementiert sind.

15. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Signalverarbeitungsmodul (51, AP) mehrere, je einem Funktionsteil zugeordnete Regler oder Reihen mit mehreren Regelgliedern aufweist, die miteinander über zusätzliche, gewichtete Rückführungen (KI, II, KII, I) verknüpft sind.

16. Antriebssystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Signalverarbeitungsmodul (51, AP) einen oder mehrere Regler und/oder eine oder mehrere Reihen von Regelgliedern aufweist, die mit einem einseitig Istwerte ( $\Phi_{istI}$ ,  $\Phi_{istII}$ ) aufnehmenden Kennlinienglied zur Störgrößenaufschaltung (53I, 53II) verknüpft sind.

17. Anordnung eines Winkellagegebers (63, 66) mit einem dreh- oder schwenkbaren Fühlerrotor (63) und einem zugehörigen, stationären Abtastorgan (66), insbesondere Hohlwellengeber mit Geberrad und dieses abtastendem Geberkopf, zur Bestimmung der Winkellage ( $\Phi_{ist}$ ) eines an einer Wandung (H) drehgelagerten (S, T) und bezüglich seiner Drehachse (Y) längs-, schräg, quer- und/oder diagonal (R, U, W) verstellbar geführten Funktionsteiles eines Gerätes oder einer Maschine, beispielsweise eines Zylinders (D1, D2, D3, D4) einer Druckmaschine, das zu seiner Drehung mit einem über den Winkellagegeber (63, 66) geregelten Antriebssystem gekoppelt ist, wobei vom Winkellage-

geber dessen Fühlerrotor (63) mit dem Funktionsteil (D1, D2, D3, D4) unmittelbar steif und starr verbunden, und das Abtastorgan (66) an der Wandung (H) abgestützt ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine auf das Abtastorgan (66) einwirkende Nachführeinrichtung (B, 23) dergestalt ausgebildet und angeordnet ist, daß es die Verstellbewegungen (R, U, W) des Funktionsteiles (D1-D4) mit dem Fühlerrotor (63) entsprechend nachvollzieht.

18. Anordnung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandung (H) einen fest angebrachten Ansatz (K) aufweist, an dem das Abtastorgan (66) angebracht ist.

19. Anordnung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Fühlerrotor (63) in der Wandung (H) drehgelagert (21, 22) und dabei seine Drehachse (Y) exzentrisch ausgelenkt (A) geführt ist.

20. Anordnung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß beim Winkellagegeber Fühlerrotor (63) und Abtastorgan (66) zueinander mit einem solchen Abstand (67) angeordnet und/oder derart verstellbar ausgebildet sind, daß der von diesen begrenzte Luftspalt zum Ausgleich der Funktionsteil/Fühlerrotor-Verstellbewegungen (R, U, W) veränderbar ist.

21. Anordnung nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Nachführeinrichtung (B, 23) für das Abtastorgan eine in oder an der Wandung (H) oder gegebenenfalls deren Ansatz (K) angebrachte axiale Linearführung und/oder eine radial auslenkende Exzenterführung (B) aufweist, die der Funktionsteil/Fühlerrotor-Exzenterführung (A, 22) entspricht.

22. Anordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß beide Exzenterführungen (A, 22; B, 23) zueinander kongruent angeordnet und/oder zur Herbeiführung sich deckender Umlaufbahnen (W, R) ausgebildet sind.

23. Anordnung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß beide Exzenterführungen (A, 22; B, 23) durch eine lösbare, mechanische Verbindungseinrichtung (Q) miteinander gekoppelt und/oder synchronisiert sind.

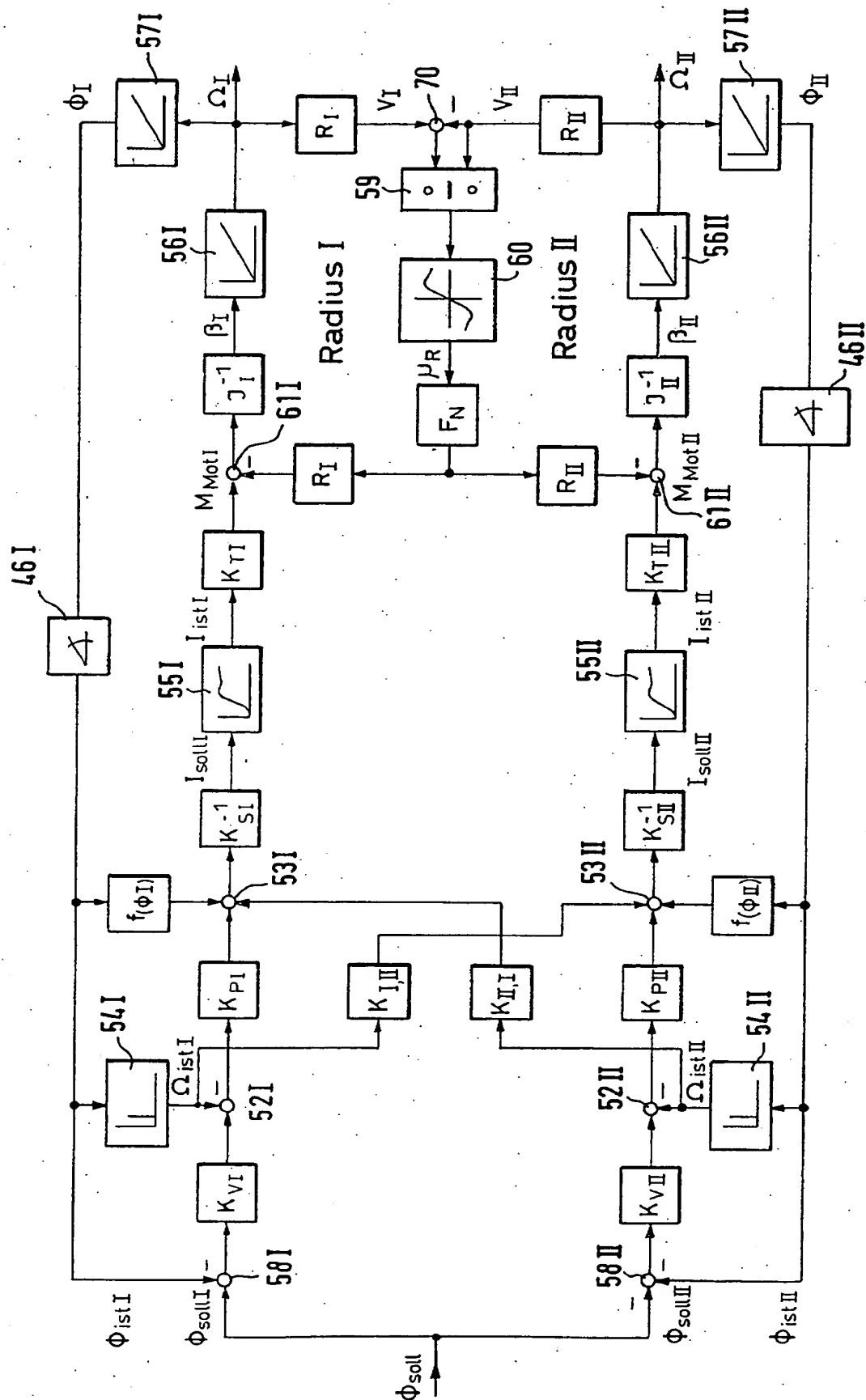
24. Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, gekennzeichnet durch eine mit der Nachführeinrichtung (B, 23) in Wirkungsverbindung stehende Feststelleinrichtung (C) zum Arrestieren und/oder zur steifen Anbindung des Abtastorgans bezüglich der Wandung (H) und/oder deren Ansatzes (K).

25. Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die Abtastorgan-Exzenterführung (B, 23) als Exzenterbuchse (B) ausgeführt ist, die - von einem entsprechend exzentrischen Kugellager (23) umgeben - in die Wandung (H) eingelassen ist und das Abtastorgan (66) ortsfest trägt.

26. Anordnung nach Anspruch 24 und 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastorgan-Feststelleinrichtung (C) einen oder mehrere Blockierkörper aufweist, die zum Verstellen (M) und zur formschlüssigen Anlage an freie, diametral entgegengesetzte Außenseiten der Exzenterbuchse (B) ausgebildet sind.

27. Anordnung nach Anspruch 25 oder 26, gekennzeichnet durch einen an einer oder mehreren Exzenterbuchsen (A, B) angreifenden Drehantrieb und/oder einen am gegebenenfalls axial verschiebbar gelagerten Abtastorgan (66) angreifenden Linearantrieb.

28. Anordnung nach Anspruch 27, gekennzeichnet durch der Abtastorgan-Exzenterbuchse (B) und der



5913



